

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-196080

(43)Date of publication of application : 15.08.1988

(51)Int.Cl.

H01L 29/84

B25J 19/02

G01L 1/22

(21)Application number : 62-028547

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 09.02.1987

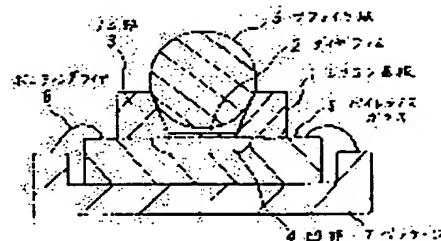
(72)Inventor : HIGUCHI KOHEI

(54) SEMICONDUCTOR FORCE SENSOR AND TACTILE SENSOR USING SAME

(57)Abstract:

PURPOSE: To enable a large mechanical strength and a high sensitivity to be obtained by providing a silicon substrate consisting of a diaphragm formed by diffusing an impurity and a rim section for supporting the diaphragm, and an insulating ball to be contacted with the rim section without contacting with the diaphragm.

CONSTITUTION: A diaphragm 2 is formed by diffusing an impurity into a silicon substrate 1, a rim section 3 for supporting the diaphragm 2 is formed, and a Pyrex glass 5 as an insulating base having a recess 4 in the center of the surface to be bonded to the diaphragm 2 and having formed a wiring pad to be connected to a pad on the diaphragm 2 is bonded with the diaphragm 2. Also, a sapphire ball 6 of a size not contacted with the diaphragm 2 is connected to the rim section 3. Thus, the part applied with an external force is not the thin film part 2 of the silicon substrate but the thick-walled rim section 3, so a high sensitivity as well as a sufficient strength can be achieved.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-196080

⑤ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)8月15日

H 01 L 29/84
B 25 J 19/02
G 01 L 1/22A-7733-5F
8611-3F
F-7409-2F

審査請求 未請求 発明の数 2 (全5頁)

⑭ 発明の名称 半導体力センサ及びそれを用いた触覚センサ

⑮ 特 願 昭62-28547

⑯ 出 願 昭62(1987)2月9日

⑰ 発 明 者 樋 口 行 平 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑱ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑲ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

発 明 の 名 称

半導体力センサ及びそれを用いた触覚センサ

特 許 請 求 の 範 囲

(1) 不純物を拡散して形成したダイヤフラムと該ダイヤフラムを支持するリム部とから成るシリコン基板と、前記リム部と反対側の前記ダイヤフラム上に設けたゲージ抵抗を各辺とするブリッジ回路と、前記ダイヤフラムに接着される中央に凹部を有し前記ブリッジ回路と接続する配線パッドを形成した絶縁性の基部と、前記ダイヤフラムと接触せず前記リム部に接着される絶縁性の球とを含むことを特徴とする半導体力センサ。

(2) 不純物を拡散して形成したダイヤフラムと該ダイヤフラムを支持するリム部とから成るシリコン基板と、前記リム部と反対側の前記ダイヤフラム上に設けたゲージ抵抗を各辺とするブリッジ回路と、前記ダイヤフラムに接着される中央に凹

部を有し前記ブリッジ回路と接続する配線パッドを形成した絶縁性の基部と、前記ダイヤフラムと接触せず前記リム部に接着される絶縁性の球とを備える半導体力センサを複数個アレイ状に配置することを特徴とする触覚センサ。

発 明 の 詳 細 な 説 明

〔産業上の利用分野〕

本発明は半導体力セン及びそれを用いた触覚センサに関し、特にロボットや各種産業機器もしくは事務機器に装備し、対象物と機器間の力もしくは分布力を測定する半導体力センサ及びそれを用いた触覚センサに関する。

〔従来の技術〕

近年、安価で高性能なマイクロコンピュータが普及し、それらを用いることにより様々な産業分野で自動化あるいはロボット化が進められつつある。しかし、現在実用化されているロボットあるいは自動機器は、ある定まった形、定まった大きさ、あるいは定まった重さの物を持ち上げたり運んだり、あるいは加工、組立等の作業を一定のプ

プログラムによってしか行うことができないのが現状である。

一方、消費者層の多様化により、多品種少量生産の傾向が強くなり、FMS (Flexible Manufacturing System) と呼ばれる自動化技術の開発が叫ばれている。このような自動化の流れに於ては、人間の感覚器官に代わる様々なセンサをロボットあるいは自動機械に装備し、それらの情報を基に的確な制御を行う必要がある。

ロボットがある対象物を持ち上ることを想定した場合、まず視覚センサにより対象物を見つけ、次に近接視覚センサの助けを借りて対象物に接近し、最後に触覚センサにより対象物の固さ、対象物をつかんだ時の反発力等を測定し、把握力を制御しながら、物体を持ち上げるという動作を行う。このように対象物を把持する場合最低限一点での力測定、願わくば分布圧が感度良く測定できればロボットの自由度は飛躍的に増す。また高度なロボットの分野のみならず、自動機械や事務機器等においても力の測定が高精度に行えれば、そ

の自由度は増す。例えば、複写機における紙圧の制御、プリンタの印字圧の制御等々である。

従来、この種の力センサとして用いられてきたものに、金属薄膜を用いた歪みゲージがあるが、感度が低くまたなんらかの変位しやすい構造体に張付ける必要があり、センサ部が大きくなり、また構造体を合せ持つために費用も安価にならないという欠点を持っていた。更に、歪みゲージを複数個並べて分布圧を測定することは困難であった。

また別の試みとして、感圧導電性ゴムを用いた力センサも提案されている。感圧導電性ゴムを用いた力センサは安価で分布圧の測定には利点を有するが、耐久性及び再現性に劣るという問題がある。

一方、半導体力センサも提案されている。例えば、1985年に開催されたインターナショナル・コンファレンス・オン・ソリッドステート・センサーズ・アンド・アクチュエータズ (International Conference on Solid-state Sensors

Actuators) においてケイ・ペーターセン (K. Petersen) らがダイジェスト・オブ・テクニカル・ヘーバズ (Digest of Technical Papers) 30頁に次のような論文を発表している。その論文では、第7図に示すような構造の半導体力センサが提案されている。

即ち、シリコンチップを機械的に削りシリコン突起部21を形成する。また、応力検出を行うゲージ抵抗22をシリコン突起部21のちょうど真下部分に設けておく。その側、中央に凹部を有するガラス23にゲージ抵抗部22が下向きになるようにシリコンチップを乗せ、いわゆる静電接着法でシリコンチップとガラス23を接着する。その際ガラス23の上に予め形成した金パッド部と、シリコンチップ側に形成されたゲージ抵抗22と接続したパッド部とが接着され、電気的な信号はガラス23のパッド部に引出されるようになっている。その後、パッド部はボンディングワイヤ24で第7図に示すようにパッケージ部システムと接続される。

荷重がシリコン突起部21に加圧されるとゲージ抵抗部22が歪みヒエゾ抵抗効果によりその大きさが検出される。この力センサは、小型で高精度かつ再現性に優れたものであるがシリコン突起部21の下部分のシリコン層26を薄くできない。シリコン層26が薄い程高精度になるがあまり薄いと機械的にシリコンチップが破壊する。

(発明が解決しようとする問題点)

上述した従来の半導体力センサは、シリコン突起部の下部分のシリコン層を薄くできないので、感度が劣るという欠点がある。

本発明の目的は、機械的強度が大きく高感度に行える半導体力センサ及びそれを用いた触覚センサを提供することにある。

(問題点を解決するための手段)

本第1の発明の半導体力センサは不純物を拡散して形成したダイアフラムと該ダイアフラムを支持するリム部とから成るシリコン基板と、前記リム部と反対側の前記ダイアフラム上に設けたゲージ抵抗を各辺とするブリッジ回路と、前記ダイア

フラムに接着される中央に凹部を有し前記ブリッジ回路と接続する配線パッドを形成した絶縁性の基部と、前記ダイヤフラムと接触せず前記リム部に接着される絶縁性の球とを含んで構成される。

本第2の発明の触覚センサは、不純物を拡散して形成したダイヤフラムと該ダイヤフラムを支持するリム部とから成るシリコン基板と、前記リム部と反対側の前記ダイヤフラム上に設けたゲージ抵抗を各辺とするブリッジ回路と、前記ダイヤフラムに接着される中央に凹部を有し前記ブリッジ回路と接続する配線パッドを形成した絶縁性の基部と、前記ダイヤフラムと接触せず前記リム部に接着される絶縁性の球とを備える半導体力センサを複数個アレイ状に配置している。

〔作用〕

本発明はシリコンのピエゾ抵抗効果を利用した半導体力センサで再現性が良くかつ高精度である。又、外力の印加される部分は、シリコン基板の薄膜部ではなく厚肉のリム部で、その結果高感度かつ強度も十分にとることができる。従って

レックスガラス5の底面がパッケージ7に接着され、配線用パッドとパッケージ7のステムとがボンディングワイヤ8で接続される。

第2図(a)及び(b)、第3図(a)及び(b)はそれぞれ第1図の実施例を説明するための工程順に示す半導体チップの平面図及び断面図である。

第2図(a)に示すように、(100) n型のシリコン基板1に熱酸化膜を形成しゲージ抵抗11になる部分を開口し、その部分にイオン注入法によりホウ素イオンを注入しp型の拡散層を形成する。

更に、p型拡散層上に酸化膜を形成し、配線用のコンタクト穴を作りチタン・金の配線15により各ゲージ抵抗11を接続しブリッジ回路をつくりチタン・金のパッド14と配線15とを接続する。

次に、第2図(b)に示すように、表面にCVD法で酸化膜をかぶせ、シリコン基板1の裏面から異方性エッチング技術を用いてダイヤフラム2

本発明の構造をとることにより高感度・高精度かつ再現性の良い半導体力センサが得られる。

〔実施例〕

以下、本発明について図面を参照して説明する。

第1図は第1の発明の一実施例の断面図である。

第1図に示すように、シリコン基板1に不純物を拡散してダイヤフラム2を形成し、ダイヤフラム2を支持するリム部3を形成する。リム部3と反対側のダイヤフラム2の表面には、後述するようにゲージ抵抗を各辺とするブリッジ回路とブリッジ回路と外部との接続用パッドが形成される。更に、ダイヤフラム2に接着する面の中央に凹部4を有しダイヤフラム2上のパッドと接続する配線用パッドを形成した絶縁性の基部としてのバイレックスガラス5とダイヤフラム2とを接着する。又、リム部3にはダイヤフラム2と接触しない大きさのサファイヤ球6が接着されている。

このように構成された半導体力センサは、バイ

を形成する。本実施例の場合、厚さ20 μ mのダイヤフラムを作るのにヒドラジン水和液を用い温度90℃中で約2時間半要した。この異方性エッチングは、ヒトラジンのみならず水酸化カリウムやエチレンジアミン・ピロカテコール混合液等でも可能である。

(100)方位のシリコン基板1を用いた場合の特徴は、第2図(b)に示すように、リム部3が角度54.7度のテーパ状になることである。

次に、第3図(a)及び(b)に示すように、バイレックスガラス5の中央部をフッ酸でエッチングし約30 μ mの深さに凹部4を設ける。更に、金メッキにより配線用パッド12を形成する。このようにして得られたバイレックスガラス5の上にシリコン基板1を表面側からのせ、仮りどめ後、静電接着法によりバイレックスガラス5とシリコン基板1を接着する。この際、パッド14と配線用パッド12が接続される。接着の条件は、温度400℃で電圧500Vを約5分間印

加した。

次に、第1図に示すように、パッケージ7にバイレックスガラス5の底面を預付け、配線用パッド12とパッケージ7のステムをボンディングワイヤ8でボンディングする。更に、リム部3のテーパに接するようにサファイア球6（もしくはガラス球）を乗せ、シリコン樹脂でサファイア球6をリム部3に接着して、半導体力センサが得られる。

第4図は第1図の実施例の荷重対出力の相関を示す特性図である。

第4図に示すように、ヒステリシスもなく荷重1gから1kgまで0.1gの精度で直線性の非常に良い特性を示している。

第5図は第2の発明の一実施例の平面図である。

第5図に示すように、上述した第1の半導体力センサをピッチ2mmで5×5の格子状に25個配列したアレイ状にし、約10×10mmの触覚センサとした。

第1図は第1の発明の一実施例の断面図、第2図(a)及び(b)、第3図(a)及び(b)はそれぞれ第1図の実施例を説明するための工程順に示す半導体チップの平面図及び断面図、第4図は第1図の実施例の荷重対出力の相関を示す特性図、第5図は第2の発明の一実施例の平面図、第6図は第5図の実施例の動作を説明するための出力パターン図、第7図は従来の半導体力センサの一例の断面図である。

1…シリコン基板、2…ダイヤフラム、3…リム部、4…凹部、5…バイレックスガラス、6…サファイア球、7…パッケージ、8…ボンディングワイヤ、11…ゲージ抵抗、12…配線用パッド、13…半導体力センサ、14…パッド、15…配線、21…シリコン突起部、22…ゲージ抵抗、23…ガラス。

代理人 井理士 内 原



第6図は第5図の実施例の動作を説明するための出力パターン図である。

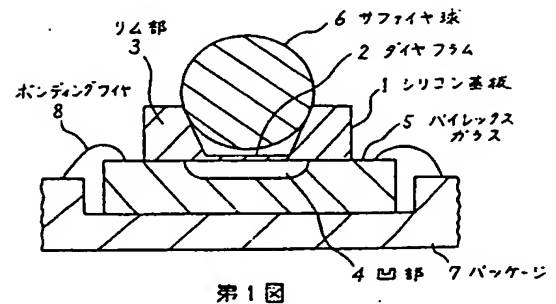
第6図に示すように、第5図の実施例上に直径3mmのナットを置いた場合、ハッチングして示すように半導体力センサからの出力電圧が得られ、分布電圧検出の機能を十分に満たすことができる。

〔発明の効果〕

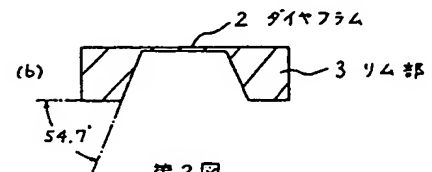
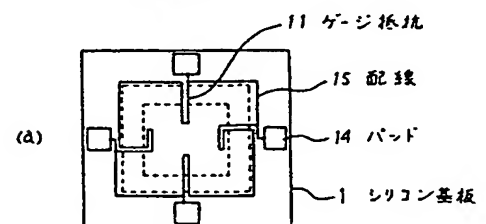
以上説明したように第1の発明の半導体力センサは、力センサとしての基本的な特性、即ち、感度、精度、再現性等に優れた特性をもつことができるという効果がある。更に、通常のシリコンダイヤフラム型圧力センサのチップを、そのまま組立工程の変更のみで製造することができ低価格にできるという効果もある。

又、第2の発明の触覚センサはアレイ状に並べることにより分布圧の検出ができるという効果がある。

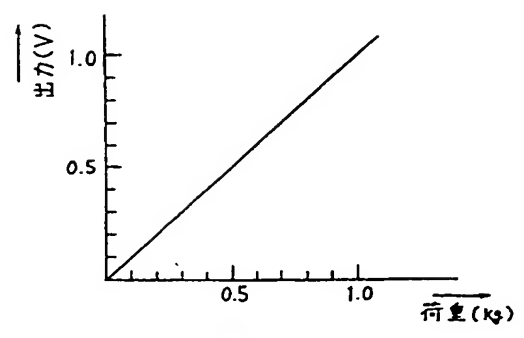
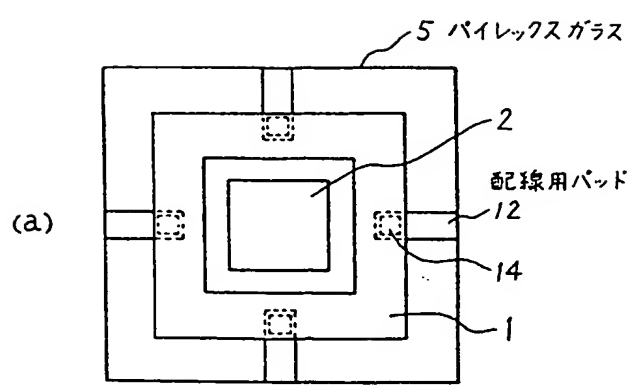
図面の簡単な説明



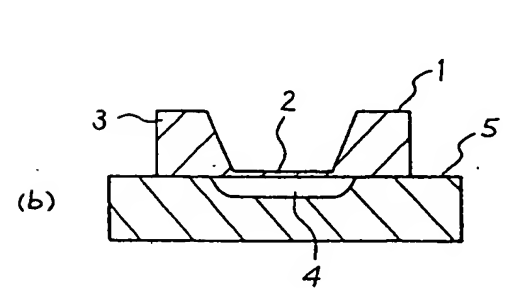
第1図



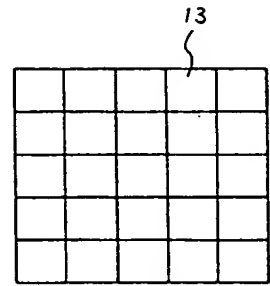
第2図



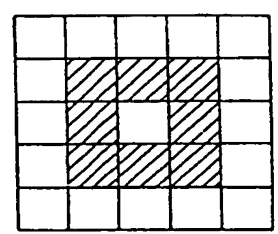
第4図



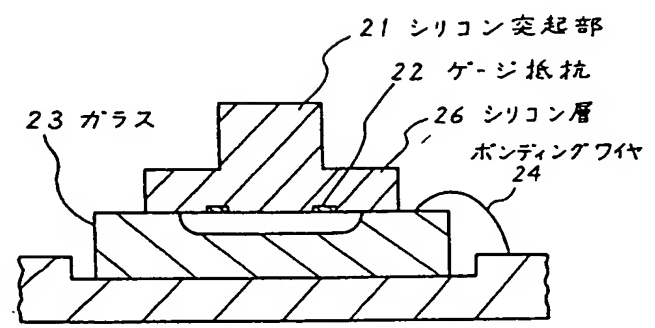
第3図



第5図



第6図



第7図